

COMPLEXO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE: ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO SOCIAL.

Neidja Cristine Silvestre Leitão¹, Wilson Cabral Sousa Júnior²

¹ Mestre em Infra-Estrutura Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Rua Ruivo, n. 33, ap 23, Jardim Aquarius, 12246-130, São José dos Campos / SP –tel: (12) 91551733 cris_jansen@yahoo.com.br

² Doutor em Economia, Instituto Tecnológico de Aeronáutica - Praça Marechal Eduardo Gomes, n. 50, Vila das Acácias, 12228-900, São José dos Campos / SP - wilsonjr@ita.com.br

ABSTRACT.

The objective of the present study was to deal with the construction of the Belo Monte Hydroelectric Complex, bringing information on economic aspects, production and energy consumption. It also looks for the identification of the benefits and the social and environmental costs, given them a qualitative and quantitative approach.

Despite the Brazilian hydrology and geographic characteristics, which have directed the investment in hydroelectric sources, there are factors that make the Belo Monte Complex a target of several questions. The diagnosis of the environmental impacts presented by the entrepreneur is not clear. Furthermore, some investments related to the project, as transmission lines, are not considered on the basic analysis.

The Eletronorte reports that the Complex will generate 11.181,3 MW, making a reservoir with 440 km². Therefore, in spite of the 4.700 MW estimated energy, there are studies that present values around 1.172 MW.

The analytic tool used on this study was the Cost-Benefit Analysis with the incorporation of some externalities. The results showed that the Belo Monte Complex could be viable if it confirms the power supply estimated by the project.

The results make clear the requirements to investment in comprehensive studies that could better incorporate the environmental complexity of the project. Furthermore, it is important to extend the analysis in order to get a better balance between costs and benefits and to bring information as an essential tool to sustainable development.

1. INTRODUÇÃO

Por muitos anos, o Brasil explorou seu potencial hidrelétrico como fonte prioritária de geração de energia elétrica. No entanto, à luz dos novos tempos que norteiam os investimentos em geração de energia, necessita-se hoje evidenciar não só uma fonte de energia “limpa, renovável e barata”, mas também deixar explícita a formulação de uma estratégia energética sustentável.

A recente crise energética brasileira despertou a sociedade não só para a possibilidade de aproveitamento de fontes renováveis e racionalização do uso da energia, mas também para um profundo questionamento com relação a construção de novas mega-barragens.

Neste cenário, o governo federal procura viabilizar o projeto do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte, no Rio Xingu (PA). Desde 1980, a então conhecida Usina Hidrelétrica de Belo Monte gera polêmica. Seu histórico tem início com os estudos de inventário do Rio Xingu, elaborados pela Eletronorte. Essas análises resultaram em um relatório denominado de “Estudos Xingu” (Eletronorte, 2002). O relatório apresentava o conjunto de aproveitamentos para o Xingu, composto por: Jarina (558,72 MW), Kokraimoro (1940 MW), Ipixuna (2312 MW), Babaquara (6273,96 MW), Kararaô (8380,8 MW).

O avanço dos estudos revelaram que, para o Sistema Brasileiro Interligado, a melhor opção seria a construção da Complexo Hidrelétrico de Belo Monte (ex-Kararaô) (Eletronorte, 2002). Em 2002 foi emitida a mais recente versão do relatório de viabilidade do Complexo, considerando um aproveitamento ótimo de 11.181,3 MW aliado a uma redução significativa da área do reservatório de 1.225 km² para 440 km². Embora a construção das demais usinas não seja abordada nos estudos e relatórios emitidos pela Eletronorte, o EIA - Estudo de Impacto Ambiental (2002) informa que nos meses de cheia a geração se situará em torno de 11.000 MW médios. Entretanto não será possível dispor deste montante durante todo o ano, devido a limitações hidrológicas.

Várias são as controvérsias existentes nos estudos emitidos pelo empreendedor, e com o objetivo de evitar equívocos, conceitos pre-maturos ou puramente uma posição ambientalista radical, negando assim a energia como necessidade fundamental da sociedade moderna (causa e efeito do progresso), será explorado a seguir algumas peculiaridades referentes à construção de Belo Monte, trazendo informações dos aspectos econômicos, produção e consumo energético, além de questões sociais e ambientais envolvidas.

2. CASO BELO MONTE

Dentre as justificativas dadas para a construção do empreendimento está o crescimento econômico observado no Brasil, promovendo um aumento do consumo de energia elétrica. Além disso, a possibilidade de conexão com o Sistema Interligado Nacional mostra uma alternativa eficiente para complementar o sistema energético de regiões, cujo potencial elétrico encontra-se praticamente esgotado.

Outro aspecto bastante evidenciado para a implantação do empreendimento diz respeito à baixa densidade demográfica nas áreas a serem inundadas, proporcionando redução considerável nos impactos.

Esses fatores, aliados a um custo de geração de 12,4 US\$/MWh (sem considerar as linhas de transmissão) tornam o empreendimento bastante competitivo, segundo a Eletronorte (2002).

2.1 Características físicas da região da implantação

Cerca de 40% do potencial hidrelétrico brasileiro situa-se na Bacia Hidrográfica do Amazonas. Dentre os principais afluentes do Rio Amazonas está a sub-bacia do Rio Xingu, abrangendo uma área de 509.000 km². Estima-se que cerca de 14% do potencial inventariado do país encontrem-se nesta sub-bacia (ANEEL, 2002). O Rio Xingu sofre uma acentuada sinuosidade, próxima a cidade de Altamira, formando a chamada Volta Grande, onde se situam alguns pontos favoráveis à implantação de hidrelétricas devido à existência de quedas naturais (Ab’Sáber, 1996). Segundo a Eletronorte (2002), o Complexo Hidrelétrico de Belo Monte será instalado na Volta Grande do Rio Xingu, no Estado do Pará. O empreendimento será constituído pelo conjunto barragem, reservatório, tomada d’água e casa de força, ocupando terras dos municípios de Altamira, Vitória do Xingu e Brasil Novo.

A crença de que este empreendimento será apenas o primeiro passo na exploração continuada do Xingu e por consequência da Amazônia (Bermann, 2002) (Santos; Andrade, 1990), gera vários questionamentos por parte de pesquisadores com relação a sua sustentabilidade.

A navegação no Rio Xingu, seja para transporte de passageiros ou mesmo para escoamento da produção extrativista é, hoje, essencial para a população. Embora a Eletronorte (2002) afirme que o transporte fluvial de Altamira para as comunidades ribeirinhas a jusante será interrompido, ela não aponta estudos e planejamentos para contornar a situação.

No que diz respeito à cobertura vegetal podemos descrever o arranjo florestal como sendo bem homogêneo. No baixo curso predominam árvores de grande porte, constituindo a floresta densa. A principal característica da região com floresta aberta é a vegetação espaçada.

Na região em estudo prevalece o regime de chuvas tropicais, caracterizando-se por um período chuvoso de janeiro a maio. Já o período de estiagem estende-se de junho a novembro. O período mais chuvoso na região do alto e do médio Xingu vai de janeiro a março. Os dados evaporimétricos da região de Altamira revelam uma situação inversa à da precipitação, com os maiores valores mensais ocorrendo nos meses mais secos, acarretando nesse período deficiência hídrica, e os menores, no trimestre mais chuvoso.

É importante ressaltar que, com relação aos aspectos hidrogeológicos, a formação de um reservatório resulta na elevação do nível das águas, o que pode induzir alterações no processo natural de alimentação e descarga de aquíferos. A ocorrência de alterações nos aquíferos ocasiona reflexos ecológicos e econômicos, uma vez que provocam modificações na ocupação do solo. Embora a Eletronorte (2002) aborde superficialmente que a situação é mais crítica em Ambé, Panela, áreas próximas à cidade de Altamira, nas planícies dos igarapés Altamira e também na ilha Arapujá e até considere a limitação dos dados hidrogeológicos, deve-se considerar que a implantação do reservatório de Belo Monte poderá promover esse processo, ocasionando alterações água/solo além de aumento da zona saturada. A elevação do nível freático poderá promover novas nascentes e aumentar antigos lagos próximos ao reservatório.

A situação de inundação permanente dos igarapés de Altamira e Ambé, implicará na remoção de famílias locais que utilizam jazidas de argila ali existentes para a fabricação de elementos cerâmicos, as quais fazem parte de seu sustento.

A preocupação atual e futura com os recursos hídricos deve ser o objetivo constante para a gerência ambiental dos empreendimentos hidrelétricos. A partir do conhecimento prévio das várias condicionantes ambientais que compõe esse projeto pode-se evitar, por exemplo, situações de elevações críticas do lençol freático que ocasionam problemas de saturação, hidromorfização, contaminação de aquíferos e até novos reassentamentos. A obtenção dessas informações pode ser dar através de estudos geofísicos detalhados.

2.2 Aspectos técnicos do empreendimento

A casa de força principal, a ser construída no Sítio Belo Monte, apresentará uma potência instalada de 11.000 MW, conseguidos por intermédio de vinte unidades geradoras tipo Francis de potência unitária de 550 MW. Já a usina complementar (Sítio Pimental) que irá aproveitar a vazão residual, terá uma potência instalada de 181,3 MW e contará com 7 turbinas tipo bulbo, com potência unitária de 25,9 MW.

Em seu estudo de viabilidade, a Eletronorte (2002) afirma que a energia firme (capacidade de produção constante de energia) gerada pela usina principal será de 4.637 MW médios e na usina complementar esse valor será de 77 MW médios.

Atualmente, os cálculos de energia firme para o setor elétrico brasileiro são feitos utilizando-se o modelo MSUI (Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas). O MSUI é a ferramenta oficial desse setor, e agrega o parque elétrico em um único reservatório que recebe, armazena e descarrega energia. (Cicogna, 2003). Assim, requer a adoção de regras de operação (regra em que um dado montante de geração de energia é repartido entre as usinas do sistema gerador) e regras de

reservatórios (forma pela qual a regra operativa distribui a geração de energia) para unir o sistema hidrelétrico em um único reservatório.

O problema de desagregação de geração do sistema, utilizado por esse sistema equivalente, é uma regra simples de enchimento e depleciamento dos reservatórios. Por esta regra, todos os reservatórios devem estar com porcentagens iguais de volumes úteis - todos os reservatórios enchem ou depleciam simultaneamente. Devido a esse sincronismo essa regra é denominada regra paralela (Cicogna, 2003). As regras de operação e de reservatório são dependentes uma da outra no caso do MSUI, ou seja, não podem ser isoladas, tornando o simulador dependente de seus módulos tomadores de decisão.

Entretanto, um novo modelo foi desenvolvido por um grupo de pesquisa da Unicamp, liderado pelo professor Secundino Soares Filho. Este novo simulador, chamado de HydroSim LP, tem como concepção inicial a política operacional baseada na previsão e otimização sucessiva do problema, embora permita testar e criar outras políticas operacionais. Com esse modelo pode-se calcular a energia firme de um sistema de usinas hidrelétricas. Os resultados devem ser, em princípio, próximos daqueles obtidos utilizando-se o MSUI, mas com certeza não serão idênticos, pois além da diferença entre as regras de operação, não se pode assegurar que os dados cadastrais e o histórico das vazões considerados nesses modelos sejam exatamente os mesmos.

O sincronismo dos reservatórios (enchimento ou depleciação) é a principal limitação da regra utilizada pelo MSUI, uma vez que impõe o depleciamento simultâneo de todas as usinas do sistema elétrico. Este fato torna os resultados do MSUI contraditórios com os fornecidos por outros modelos de otimização, como os obtidos pelo HydroSim LP, que indicam uma ordem de depleciamento de montante para jusante, e de armazenamento de jusante para montante. Ressalta-se que o MSUI não permite outro tipo de regra de enchimento / depleciamento, ao contrário do HydroSim LP. (Cicogna, 2003).

Cicogna (2003) apresenta em sua tese de doutorado, uma simulação realizada no HydroSim com o conjunto de usinas projetadas inicialmente para serem construídas no Rio Xingu (meta de cerca de 11.000 MW médios). Cabe lembrar que vários estudos foram realizados para o aproveitamento energético do Rio Xingu, até que o avanço dos estudos revelou, segundo Eletronorte (2002), que para o Sistema Brasileiro Interligado a melhor opção seria a construção do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte (ex-Kararaô).

Segundo Cicogna (2003), a simulação apontou que a meta de cerca de 11.000 MW médios seria atendida para esta configuração. Entretanto, Cicogna (2003) apresenta também outra simulação intitulada *Xingu BMonte*. Neste novo estudo, apenas a construção de Belo Monte foi considerada, ou seja, sem que os demais empreendimentos se concretizassem. Para esta nova simulação, o valor da energia firme resultante foi de apenas 1.172 MW médios. A grande variabilidade das vazões naturais aliadas à limitação pela falta de regularização promovida pelos grandes reservatórios a montante seriam os principais causadores desse baixo valor.

A geração de energia firme superior a 1.172 MW pelo Complexo Hidrelétrico de Belo Monte, está diretamente subordinada a implantação de novos empreendimentos nessa região, uma vez que estes reservatórios proporcionariam a regularização do sistema. Conclui-se que, para a obtenção de energia firme de cerca de 4.700 MW médios, a Eletronorte utilizou em sua simulação (MSUI) a operação coordenada do conjunto de usinas do Rio Xingu. Caso contrário, não seria possível explicar a considerável diferença entre os valores de energia firme resultantes (1.172 MW e 4.714 MW) dos dois simuladores.

2.3 Custos do empreendimento

A avaliação econômica do complexo pode ser verificada na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Avaliação Econômica do CHE Belo Monte – Geração e Transmissão

Complexo Hidrelétrico Belo Monte	Valor	Un
Custos de Investimento ⁽¹⁾	4.037,90	Milhões de dólares
Custos de O & M	291,2	Milhões de dólares
Custo Total	4.329,10	Milhões de dólares
Sistema de Transmissão	Valor	Un
Custos de Investimento	1.767,10	Milhões de dólares
Custo de O & M	158,42	Milhões de dólares
Perdas	55,27	Milhões de dólares
Custo Total ⁽²⁾	2.192,84	Milhões de dólares

⁽¹⁾⁽²⁾ Considerados juros durante a construção de 12%a.a.

Fonte: Eletronorte – Estudo de Viabilidade, Relatório Final, 2002.

2.4 Influências do empreendimento

Nove municípios serão influenciados diretamente com a implantação do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte: Porto de Moz, Pacajá, Anapu, Senador José Porfírio, Vitória do Xingu, Altamira, Brasil Novo, Uruará e Medicilândia. A densidade populacional desta região é de 0.9 habitantes por km².

Empreendimentos deste porte promovem impactos diretos e indiretos. Como impactos diretos podemos ressaltar a inundação permanente dos igarapés Altamira e Ambé que atualmente é sazonal, inundação de área rural em Vitória do Xingu, redução da água na Volta Grande do Xingu (jusante do barramento) e suspensão do transporte fluvial de Altamira até o rio Bacajá.

Dentre os segmentos sociais, atingidos direta ou indiretamente pela implantação do reservatório Belo Monte, podemos destacar: comunidades indígenas, proprietários rurais (pecuaristas), trabalhadores rurais, comerciantes, população urbana e rural a ser remanejada, madeireiros, movimentos religiosos, movimento pelo desenvolvimento da Transamazônica e do Xingu, além de organizações não governamentais.

Com relação aos grupos indígenas, por exemplo, Koifman (2001) afirma que as principais interferências resultantes deste tipo de empreendimento são: diminuição da caça, remanejamento das comunidades, inundação de áreas (incluindo áreas sagradas), redução de áreas cultiváveis e aumento de doenças infecciosas.

Além disso, no Estudo de Impacto Ambiental elaborado pela Eletronorte (2002) consta que com a implantação do Complexo haverá a necessidade de construção de alguns empreendimentos. Embora a maioria destes empreendimentos (exceto linhas de transmissão) esteja considerada no orçamento base no que se refere à construção propriamente dita, o mesmo não ocorre com os custos de impactos ambientais, desapropriações e indenizações relacionados a essas construções.

O estudo deixa claro a não inclusão no orçamento base das linhas de transmissão. Salienta ainda que a trajetória da linha de transmissão da usina principal ainda não foi definida, o que é de suma importância para a caracterização mais ampla dos impactos do projeto, uma vez que situações de desmatamento ao longo do eixo possivelmente ocorrerão. Outras edificações relacionadas ao Complexo são: um porto fluvial, uma eclusa, duas vilas residenciais, novas estradas, ponte sobre o canal de fuga e linhas de transmissão da usina principal e da usina secundária.

A edificação destes empreendimentos requer um estudo mais criterioso visando obter um planejamento com redução máxima dos impactos negativos.

3. VALORAÇÃO ECONÔMICA

A análise do sistema energético brasileiro é feita com o auxílio de modelos que estão associados direta ou indiretamente com o processo de tomada de decisão. Para o empreendimento em estudo neste trabalho, utilizou-se a Análise Custo-Benefício descrita por Motta (1998). O

principal objetivo da Análise de Custo-Benefício (ACB) é a avaliação dos custos e benefícios dos impactos ocasionados pelo empreendimento, em bases monetárias.

3.1 Custos

Na caracterização do empreendimento, há componentes que são importantes para a análise de viabilidade econômica, trata-se das externalidades. Como exemplo dessas externalidades, destacam-se: custos de perdas na atividade pesqueira, custos de perdas na qualidade da água, custos por inundação de remanescentes da floresta e de propriedades rurais desenvolvidas, custos de emissão de CO₂ e metano (CH₄), custos de perdas de água por evaporação, custos de perdas por atividades turísticas, custos de perdas da biodiversidade, perdas sociais.

(a) Custos de perdas na atividade pesqueira

A formação do reservatório com as canalizações construídas e retificações no curso do rio, implicam numa diminuição da velocidade das águas, fazendo com que o rio assuma novas características como, por exemplo, variação térmica e alterações nas características químicas da água. Essa nova situação provoca alterações nas atividades de pesca (esportiva, artesanal e profissional).

(b) Custos de perdas na qualidade da água

Considera-se como premissa que a boa qualidade da água é a grande responsável pelo equilíbrio biótico do local, além de subsidiar outros usos. Essa perda na qualidade da água será sentida sobremaneira na cidade de Altamira, em virtude da maior concentração populacional e foco de atividades econômicas.

Na região em estudo, quatro fatores são mencionados como causas principais da má qualidade e escassez da água: garimpo, mineração, colonização e desmatamento. No período de seca, problemas com escassez de água são verificados na reserva dos índios Araweté do Igarapé Ipixuna, para os Juruna da aldeia Pakiçamba, para os Kaiapó da aldeia Kararaô, entre outros. Tal situação de seca obriga a população a buscar água diretamente no rio, o que estaria promovendo problemas de saúde. Projetos de recuperação ambiental, perfuração de poços artesianos, produção sem agrotóxicos são algumas das reivindicações da população local (Verdum, 2004).

O custo observado está relacionado ao aumento do custo de tratamento da água para fins de potabilidade ou o custo de restauração da qualidade aos níveis anteriores ao do eventual represamento.

(c) Custos por inundação de remanescentes da floresta e de propriedades rurais desenvolvidas

A inundação da vegetação remanescente da floresta pode provocar alterações da qualidade da água (redução do O₂ dissolvido e aumento do odor), além de dificultar o aproveitamento do lago para outras atividades e provocar proliferação de insetos. Existe ainda um valor de opção por conservação da floresta, seja para fins de reserva biotecnológica ou para manutenção de bancos de germoplasma.

Com relação à inundação de áreas rurais desenvolvidas, deve-se considerar também as perdas provenientes de atividades produtivas locais, como a agricultura e a pecuária.

(d) Custos de emissão de CO₂ e metano (CH₄)

O processo de decomposição biológica da matéria orgânica dos ambientes aquáticos é de grande importância no que diz respeito à qualidade das águas. O principal efeito desse processo é a produção de gás metano.

Além do metano, as emissões de dióxido de carbono decorrentes do desflorestamento causam grande preocupação, dada sua contribuição para o efeito estufa.

(e) Custos de perdas de água por evaporação

Este custo está relacionado às perdas de água no espelho d'água formado pelo reservatório, levando-se em consideração evaporação da lâmina e evapotranspiração da bacia.

Esses dados são relacionados à área do reservatório e ao comportamento climático regional. Segundo estudos da Eletrobrás (1999), na região do CHE Belo Monte, a evaporação líquida anual é de 145 mm. Isso determina uma perda de água por evaporação em lâmina d'água em torno de 63.800.000 m³ por ano, para o reservatório projetado.

(f) Custos de perdas por atividades turísticas

A atividade turística da região gera para a economia: receita, empregos, nível de vida para população local, além de agregar investimentos. Embora essa atividade na região em estudo apresente grande potencial ela ainda é pouco explorada.

A mensuração da atividade turística é bastante complexa, devido à limitação de dados. Atualmente não há uma infra-estrutura totalmente organizada do sistema turístico nesta região, resumindo-se esta a dois hotéis de pesca e um hotel de selva. Trata-se, entretanto, de turismo especializado, de alto valor agregado e foco no mercado externo. O levantamento do potencial imediato agregado representaria o custo de oportunidade do turismo.

(g) Custos de perdas da biodiversidade

Como argumentos para justificar a importância biológica e econômica da biodiversidade pode-se citar: o funcionamento dos ecossistemas, valores científicos, culturais, fonte de alimentos, produtos farmacêuticos e químicos, base para culturas agrícolas, etc.

A determinação de valores da perda da biodiversidade implicaria na necessidade de registrar a ocorrência das variedades de plantas e animais da região, identificando sua composição e distribuição e estudando a participação de cada uma no ecossistema, estudos estes inexistentes.

(h) Perdas sociais

Com a implantação do Complexo deve-se considerar o aumento de empregos diretos e indiretos. Entretanto, o aumento populacional ocasionado pelo movimento de grupos operários e mão-de-obra especializada, provoca além de variações de estilos de vida, hábitos, costumes e culturas, o aumento da prostituição e criminalidade.

3.2 Benefícios

Não se pode negar que empreendimentos deste porte geram progresso econômico para a região de implantação: novos postos de trabalho, durante e após a fase de construção, planos de educação, saúde, transporte, além da produção de energia a qual complementará a matriz energética de outros centros consumidores.

Entretanto, esses benefícios gerados também provocam custos em decorrência da relação causa e efeito do uso intensivo de energia. Como exemplo, nas regiões a serem beneficiadas pela expansão da matriz energética será verificado aumento de oferta e consumo de bens e serviços,

momento demandantes de energia. Esse aumento de oferta e demanda além de consumir recursos naturais como matéria prima, ainda poluem o ambiente.

Assim, em nossa análise custo-benefício, os benefícios serão representados somente pela energia firme gerada pelo sistema, para isso será utilizado como base o Valor Normativo, que representa o valor de referência para a comparação de preço de compra de energia e definição de custo a ser repassado às tarifas de fornecimento (ANEEL, 2001).

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Adotou-se como premissas para as análises feitas uma potência instalada de 11.183 MW e vida útil de 50 anos para o empreendimento, além de taxa de juros de 12% a.a, de acordo com o relatório da Eletronorte (2002). Elaborou-se então, quatro cenários de valoração econômica para o Complexo Hidrelétrico de Belo Monte..

Com o objetivo de facilitar o entendimento das análises feitas neste item, será importante lembrar, inicialmente, algumas terminologias que serão utilizadas no decorrer das análises.

- Valor Presente Líquido (VPL): É o montante do futuro descontado (ou atualizado) para o presente. É o valor atual. O VPL, na área de finanças, é usado para analisar investimentos em projetos (May et al, 2003).

O Valor Presente Líquido é indicado pela equação apresentada a seguir:

$$VPL = \sum (B_t - C_t) / (1 + r)^t$$

Onde B_t refere-se aos benefícios gerados ao longo do tempo t , e C_t está relacionado aos custos incorridos a cada momento do tempo t . O termo r refere-se à taxa de desconto. Pode-se ter as seguintes possibilidades para o Valor Presente Líquido de um projeto de investimento: maior do que zero, igual a zero e menor que zero.

A situação de $VPL > 0$ significa que o investimento é economicamente atrativo, pois o valor presente das entradas de caixa é maior do que o valor presente das saídas de caixa. Para $VPL = 0$, o investimento é indiferente, pois o valor presente das entradas de caixa é igual ao valor presente das saídas de caixa. E finalmente $VPL < 0$, indica que o investimento não é economicamente atrativo porque o valor presente das entradas de caixa é menor do que o valor presente das saídas de caixa. Entre vários projetos de investimento, o mais atrativo é aquele que tem maior Valor Presente Líquido.

- Valor Normativo: É o valor de referência para a comparação de preço de compra de energia e definição de custo a ser repassado às tarifas de fornecimento (ANEEL, 2001c).

- Externalidades: São agentes econômicos que não constam do orçamento padrão do agente responsável (empreendedor), resultando em situações de perda coletiva (May et al, 2003). Tais agentes são importantes na caracterização do empreendimento e devem ser considerados na análise de viabilidade econômica.

Como ferramenta de trabalho utilizou-se o Excel, no qual foram elaborados quatro cenários econômicos.

No Cenário 1, não foi considerado custos de externalidades. Além disso, a energia firme utilizada para os cálculos foi de 4.714 MW, conforme divulgado pela Eletronorte em 2002. Foi calculado então, os benefícios gerados pela energia firme, utilizando como base o valor normativo de US\$ 43,40/ MWh médios, em 2004 (Tradener Comercialização de Energia, 2004). O valor dos benefícios resultante foi de US\$ 1.523.252.737,64 anuais.

Os custos considerados neste cenário referem-se à construção do empreendimento, operação e manutenção do mesmo, conforme já mostrado anteriormente na Tabela 1. Sendo US\$ 4.037,90

milhões (US\$ junho/2001) correspondentes à construção da usina principal e secundária, e um custo de US\$ 291,20 milhões ao longo da vida útil referentes à operação e manutenção do complexo. Além disso, outros custos considerados foram os de implantação das linhas de transmissão de US\$ 1.767,10 milhões (sem juros) e operação e manutenção das linhas orçado em US\$ 158,42 milhões ao longo da vida útil. Com relação às linhas de transmissão, acrescentou-se ainda o custo relativo às perdas de US\$ 55,27 milhões. Cabe salientar, que todos os custos referentes ao sistema de transmissão e geração foram informados pelo empreendedor, em seu estudo de viabilidade.

A inclusão dos custos das linhas de transmissão (implantação, perdas, operação e manutenção) nos cálculos de valoração é imprescindível uma vez que o funcionamento da usina esta diretamente ligado a sua existência.

Considerando as características relatadas, o Cenário 1 apontou a viabilidade de implantação do empreendimento, com um Valor Presente Líquido positivo de cerca de US\$ 2,92 bilhões.

A Tabela 2 a seguir apresenta o resumo das informações referentes ao Cenário 1, com os custos e o VPL resultante.

Tabela 2: Resumo do Cenário 1

Variáveis	Un	Custos
Externalidades	-	Não consideradas
Potência instalada	MW	11.183
Energia firme	MW	4.714
Valor normativo	US\$/MWh	43,40
Construção Complexo	US\$	4.037.900.000,00
Operação e manutenção do Complexo	US\$	291.200.000,00
Implantação linhas de transmissão	US\$	1.979.150.000,00
Operação e manutenção linhas	US\$	158.420.000,00
Perdas nas linhas de transmissão	US\$	55.270.000,00
Valor Presente Líquido (+)	US\$	2.924.574.023,33

Utilizando a ferramenta *Atingir Meta* do Excel foi possível verificar, ainda para o Cenário 1, que adicionando-se uma externalidade hipotética no valor de US\$ 555.247.999,35 anual, o Valor Presente Líquido tornaria-se nulo. Com isso, o limiar de inviabilidade do empreendimento seria vislumbrado, ou seja, acima deste valor o projeto não seria mais atrativo.

Outro fator analisado para este cenário foi a possibilidade de variação da taxa utilizada de 12% a.a (Eletronorte, 2002). Verificou-se que mesmo com uma variação da taxa para até 17% a.a, o VPL seria positivo, indicando um empreendimento viável economicamente.

Já no Cenário 2 manteve-se as mesmas características do Cenário 1 com relação aos custos de construção, o diferencial foi a inclusão de algumas externalidades. As externalidades consideradas foram: perdas no turismo, perdas hídricas por evaporação, perdas na atividade pesqueira, emissão de carbono, tratamento de resíduos e saneamento, além de perda de água por consumo na bacia.

Com relação aos benefícios gerados pela energia firme, de 4.714 MW (Eletronorte, 2002), o valor resultante foi de US\$ 1.523.252.737,64 anuais, calculados com base no valor normativo de US\$ 43,40/ MWh médios, em 2004 (Tradener Comercialização de Energia, 2004).

Na mensuração das perdas da atividade turística, os maiores dificultadores deste levantamento foram: a falta de uma estrutura de serviços e de apoio e a ausência de dados de visitação pelas autoridades locais. Os dados utilizados foram obtidos junto aos proprietários de hotéis e pousadas, localizadas na região de influência da usina.

Conforme informação obtida junto aos proprietários, o período de lotação (tanto dos hotéis como da pousada) compreende aos meses de julho a dezembro. As perdas nesta atividade resultaram em um valor de US\$ 745.563,03 anuais, conforme apresentado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Atividade turística na região afetada

Nome: Beira Rio Lodge			Local: Altamira	
Meses Lotação	N Quartos	Tipo	Valor Diária (R\$)	Valor Total (R\$)
6	4	Duplo	480,00	345.600,00
	4	Triplo	480,00	345.600,00
Total I - (US\$)				290.420,17
Nome: Hotel Taquara			Local: Rio Xingu com Iriri	
Meses Lotação	N Quartos	Tipo	Valor Diária (R\$)	Valor Total (R\$)
6	4	Duplo	342,00	246.240,00
	5	Triplo	370,00	333.000,00
Total II - (US\$)				243.378,15
Nome: Pousada Salva Terra			Local: Altamira	
Meses Lotação	N Quartos	Tipo	Valor Diária (R\$)	Valor Total (R\$)
6	8	Triplo	350,00	504.000,00
Total III - (US\$)				211.764,71
Total Global - (US\$)				745.563,03

Fonte: Pousada Salva Terra, Hotel Taquara e Beira Rio Lodge, 2004.

No caso das perdas de água por evaporação, o custo está relacionado às perdas de água no espelho d'água formado pelo reservatório e foi calculado tendo como base a evaporação líquida anual de 145 mm (Eletrobrás, 1999). Assim, a perda de água por evaporação em lâmina d'água é de cerca de 63.800.000 m³ por ano (Tabela 4).

Tabela 4: Perdas hídricas por evaporação

Descrição	Un	Valor
Perda evaporação lâmina	mm/ano	145
Área do reservatório	ha	44.000
Quant.anual lâmina	m ³ /ano	63.800.000
Valor da água	US\$/m ³	0,02
Custo perda evaporação	US\$/ano	1.276.000,00

Já o custo da perda de água estimada por consumo na bacia foi calculado com base no consumo de 4 m³/s, para o Rio Xingu, fornecido pela Agência Nacional das Águas (2003). O custo médio de tratamento da água utilizado foi de US\$ 0,21/m³ médios (Reydon et al, 2004).

As perdas hídricas por consumo na bacia resultaram num custo de cerca de US\$ 26.490.240,00 anuais, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Perdas hídricas por consumo na bacia

Descrição	Un	Valor
Consumo na bacia	m ³ /s	4
Área do reservatório	ha	44.000
Valor tratamento da água	US\$/m ³	0,21
Custo perda consumo	US\$/ano	26.490.240,00

No que diz respeito à emissão de gases de efeito estufa foram utilizados como referência os dados de emissão da UHE de Tucuruí (PA). Segundo dados da COPPE (2002) o valor de emissão de CH₄ é de 109,36 kg/km²/dia, e o de CO₂ é 8.475 kg/ km²/dia (Tabela 6).

Tabela 6: Emissão de gases de efeito estufa

Hidrelétrica	Emissão			
	kg/km ² /dia		t/ano	
	CH ₄	CO ₂	C-CH ₄	C-CO ₂
Tucuruí	109,36	8.475	72.749	2.050.051

Fonte: COPPE –Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de GEE, 2002.

A partir desses dados de emissões anuais e um valor de US\$ 10,00 a tonelada do Carbono (CEBDS, s.d.), obteve-se um custo de cerca de US\$ 21,2 milhões por ano.

Os dados dos custos para o tratamento de resíduos e efluentes sanitários gerados durante a construção é mostrada na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8: Tratamento de resíduos e efluentes sanitários

Descrição	Un	Valor
Geração de resíduos durante a obra	ton/dia	12
Geração de efluentes sanitários	m ³ /dia	1.470
Custo de aterramento de resíduos	US\$/ton	5,40
Custo de tratamento sanitário	US\$/m ³	0,42
Custo total de tratamentos	US\$/ano	249.003,00

A geração de resíduos durante a obra de 12 ton/dia foi obtido com base na taxa de geração de resíduos de construção e demolição de 130 kg/habitante/ano (Jonh; Agopyan, 2000) e uma taxa de geração de resíduos orgânicos de 0,5 kg/habitante/dia (Eletronorte, 2002). O custo de aterramento de resíduos utilizado nos cálculos foi de US\$ 5,40 por tonelada (John; Agopyan, 2000). Além disso, como estimativa de alocação de mão de obra anual média utilizou-se o valor estimado pelo empreendedor de cerca de 14.700 pessoas.

Para a composição do custo total referente ao tratamento de resíduos e efluentes sanitários, utilizou-se uma contribuição *per capita* de efluentes sanitários médio de 100 l/habitante/dia (Borges; Borges, 1992) e um custo de tratamento de US\$ 0,42 m³.

A partir desses valores chegou-se a um valor global de tratamento de cerca de US\$ 249.000,00 anuais. Cabe salientar que esse valor anual foi considerado apenas para os primeiros cinco anos da construção, tendo em vista a queda populacional após a sua entrega.

Com relação ao custo das perdas da atividade pesqueira na região de implantação do Complexo, foram levantados dados tanto da pesca tradicional como da pesca ornamental. Os dados da pesca profissional e ornamental levantados apresentam-se na Tabela 7.

No caso da pesca tradicional, as perdas anuais chegam a US\$ 1,86 milhões e para a pesca ornamental essa perda é de cerca de US\$ 3,2 milhões.

Inicialmente a inserção da perda da biodiversidade associada ao empreendimento foi proposta neste trabalho, entretanto, a falta de um inventário conclusivo da biodiversidade local tornou a incorporação desta externalidade inconsistente. Com o objetivo de evitar um caráter subjetivo, omitiu-se a valoração da biodiversidade nestes resultados. Ressalta-se que tal omissão aponta para uma subestimação dos valores finais. O mesmo fato ocorre para perdas na ictiofauna migratória.

Tabela 7: Dados da atividade pesqueira

Pesca Profissional	Un	Quant.
Volume de pesca	Kg/dia	4000
Valor médio do pescado	R\$/kg	3,5 a 4,5
Preço médio filé Tucunaré	R\$/kg	8,00
Preço médio filé Pescada	R\$/kg	9,00
Total pesca profissional	US\$/ano	1.861.512,61
Pesca Ornamental	Un	Quant.
Espécie mais pescada: Baryancistrus	%	80
Outras espécies	%	19
Hypancistrus Zebra	%	1
Preço unidade - Baryancistrus sp - local	R\$/un	0,80
Baryancistrus sp – exportação	US\$/un	1,25
Preço unidade - outras espécies - média	US\$/un	3,00
Preço unidade - Hypancistrus Zebra - local	R\$/un	40,00
Hypancistrus Zebra – export.	US\$/un	40,00
Período entressafra (nov-abr)	meses	6
Quantidade pescada	un/mês	18.000
Total pago a pegadores locais	R\$/ano	153.360,00
Total exportação	US\$/ano	212.760,00
Total I	US\$/ano	212.760,00
Período safra (maio-out)	mês	6
Quantidade pescada	un/mês	36.000
Total exportação	US\$/ano	425.520,00
Total pago a pegadores locais	R\$/ano	306.720,00
Total II	US\$/ano	425.520,00
Total pesca ornamental	US\$/ano	638.280,00
Valor - pesca ornamental – estimado	US\$/ano	3.191.400,00
Total Geral (ornamental+tradicional)	US\$/ano	5.052.912,61

Fonte: Associação dos Criadores e Exportadores de Peixes Ornamentais de Altamira (Pesca Ornamental) e Colônia Z-57 (Pesca Profissional).

No Cenário 2, mesmo com a inclusão de algumas externalidades, o resultado final apontou a viabilidade do empreendimento com um Valor Presente Líquido positivo de US\$ 2,63 bilhões. Na Tabela 9 a seguir pode ser verificado os custos envolvidos no Cenário 2, bem como o VPL resultante.

Tabela 9: Resumo do Cenário 2

Variáveis	Un	Custos
Externalidades:		
- Perdas por evaporação	US\$/ano	1.276.000,00
- Perdas consumo na bacia	US\$/ano	26.490.240,00
- Perdas atividade pesqueira	US\$/ano	5.052.912,61
- Perdas emissão GEE	US\$/ano	21.228.000,00
-Tratam. resíduos e efluentes sanitários	US\$/ano	249.003,00
- Perdas turísticas	US\$/ano	745.563,03
Potência instalada	MW	11.183
Energia firme	MW	4.714
Valor normativo	US\$/MWh	43,40
Construção Complexo	US\$	4.037.900.000,00
Operação e manutenção do Complexo	US\$	291.200.000,00
Implantação linhas de transmissão	US\$	1.979.150.000,00
Operação e manutenção linhas	US\$	158.420.000,00
Perdas nas linhas de transmissão	US\$	55.270.000,00
Valor Presente Líquido (+)	US\$	2.633.962.810,21

Para este cenário, a inclusão de uma externalidade hipotética de US\$ 500.073.709,58 anuais tornaria o Valor Presente Líquido nulo, apontando o limiar da inviabilidade do empreendimento. Qualquer desembolso médio anual acima deste valor tornaria o empreendimento pouco atrativo.

Como exemplo de externalidade não mensurada, pode-se citar a biodiversidade com propriedades farmacêuticas, a ictiofauna migratória e perdas sociais.

A possibilidade de variação da taxa utilizada (12% a.a) foi outro fator avaliado para este cenário. Verificou-se que mesmo com uma variação da taxa para até 17% a.a o VPL seria positivo, indicando assim um empreendimento viável economicamente.

A diferença existente entre o Valor Presente Líquido dos Cenários 1 e 2, é de US\$ 290.611.213,02, e representa o valor das externalidades inseridas.

Outra opção de valoração proposta é o Cenário 3. Nesse cenário a energia firme utilizada para os cálculos foi de 1.172 MW, conforme exposto por Cicogna (2003). Com esse dado calculou-se os benefícios gerados, tendo como base o valor normativo de energia (US\$ 43,40 /MWh). O valor anual dos benefícios, resultante desses dados, foi de US\$ 378.712.814,70.

Os custos considerados no Cenário 3 referem-se a construção do empreendimento, operação e manutenção, além dos custos das linhas de transmissão (Tabela 1). Não foi considerado nos cálculos deste cenário, as externalidades. O resultado final deste cenário, revelou então a inviabilidade de implantação do complexo com um VPL negativo de cerca de US\$ 3,10 bilhões (Tabela 10).

Tabela 10: Resumo do Cenário 3

Variáveis	Un	Custos
Externalidades	-	Não consideradas
Potência instalada	MW	11.183
Energia firme	MW	1.172
Valor normativo	US\$/MWh	43,40
Construção Complexo	US\$	4.037.900.000,00
Operação e manutenção do Complexo	US\$	291.200.000,00
Implantação linhas de transmissão	US\$	1.979.150.000,00
Operação e manutenção linhas	US\$	158.420.000,00
Perdas nas linhas de transmissão	US\$	55.270.000,00
Valor Presente Líquido (-)	US\$	- 3.103.888.449,58

Finalmente, no Cenário 4 incluiu-se as mesmas externalidades presentes no Cenário 2 com o diferencial da energia firme de 1.172 MW médios (Cicogna, 2003). Os benefícios foram calculados tendo como base o valor normativo de US\$ 43,40/ MWh médios, em 2004 (Tradener Comercialização de Energia, 2004), e o valor de energia firme de 1.172 MW (Cicogna, 2003). O benefício anual resultante foi de US\$ 378.712.814,70.

As externalidades consideradas foram: perdas no turismo, perdas hídricas por evaporação, perdas na atividade pesqueira, emissão de carbono, tratamento de resíduos e saneamento, além de perda de água por consumo na bacia.

Como resultado destes benefícios e custos obteve-se um cenário de inviabilidade da construção do empreendimento, com um Valor Presente Líquido negativo de cerca de US\$ 3,39 bilhões.

A diferença existente entre o Valor Presente Líquido dos Cenários 3 e 4, é de US\$ 290.611.213,02 e representa o valor das externalidades inseridas. Os custos das externalidades bem como dos demais custos envolvidos no Cenário 4, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Resumo do Cenário 4

Variáveis	Un	Custos
Externalidades:		
- Perdas por evaporação	US\$/ano	1.276.000,00
- Perdas consumo na bacia	US\$/ano	26.490.240,00
- Perdas atividade pesqueira	US\$/ano	5.052.912,61
- Perdas emissão GEE	US\$/ano	21.228.000,00
- Tratam. resíduos e efluentes sanitários	US\$/ano	249.003,00
- Perdas turísticas	US\$/ano	745.563,03
Potência instalada	MW	11.183
Energia firme	MW	1.172
Valor normativo	US\$/MWh	43,40
Construção Complexo	US\$	4.037.900.000,00
Operação e manutenção do Complexo	US\$	291.200.000,00
Implantação linhas de transmissão	US\$	1.979.150.000,00
Operação e manutenção linhas	US\$	158.420.000,00
Perdas nas linhas de transmissão	US\$	55.270.000,00
Valor Presente Líquido (-)	US\$	-3.394.499.662,60

A montagem de cenários permitiu avaliar o empreendimento sobre diversos ângulos, à medida que foram alterados alguns parâmetros.

Observa-se que o aspecto mais evidente e de caráter decisivo na questão da viabilidade ou inviabilidade do empreendimento é a energia firme do sistema. Muito embora, salienta-se que diversos valores sócio-culturais e ambientais não foram inseridos nesta análise.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi tratar da construção do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte, na Bacia do Rio Xingu (PA). Procurou-se trazer informações sobre aspectos econômicos, de produção e consumo energético, além de ressaltar aspectos sociais e ambientais.

Como expediente de valoração sócio-econômica e ambiental da construção do Complexo utilizou-se a Análise Custo-Benefício. Para tal análise elaborou-se quatro cenários econômicos: Cenário 1, considerando a análise exclusivamente com dados do empreendedor; Cenário 2, considerando-se a inserção de algumas variáveis sócio-ambientais; Cenário 3, contemplando a possibilidade de geração firme menor apontada pelo modelo Hydrosim; e Cenário 4, incorporando algumas variáveis sócio-ambientais ao Cenário 3. A montagem dos quatro cenários econômicos permitiu a avaliação do empreendimento sobre diversos ângulos.

Nos cenários em que se utilizou a energia firme divulgada pelo empreendedor, verificou-se a viabilidade econômica do projeto (Cenário 1 e Cenário 2), já nos cenários em que a energia firme utilizada foi obtida pela simulação realizada no Hydrosim LP o resultado foi a inviabilidade (Cenário 3 e Cenário 4). Tal situação, de acordo com os parâmetros considerados, é provocada de forma decisiva pela condição de energia firme utilizada. Ressalta-se que nessa equação econômica não foram consideradas todas as externalidades envolvidas, custos indiretos, além de valores de complexo equacionamento em termos financeiros.

Há que se ressaltar o caráter conservador da presente análise, o que torna seus resultados subestimados, em termos de custos sócio-ambientais. Dentre os parâmetros não considerados pode-se citar as perdas de biodiversidade com propriedades farmacêuticas, perdas sociais e ictiofauna migratória.

Com base nos cenários analisados, verificou-se que diversas são as conclusões a serem apresentadas. Em termos pontuais, as considerações a seguir demonstram as incertezas inerentes ao projeto:

- As variações do regime hidrológico revelam que em apenas alguns meses do ano o valor de 11.183 MW de potência instalada será atingido. Além disso, a energia firme de 4.714 MW prevista pela Eletronorte torna-se questionável em virtude dessas limitações hidrológicas, sendo então indispensável para regularização da vazão do Rio Xingu, e alcance da meta prevista, a construção das quatro outras usinas citadas anteriormente.
- Alguns dos empreendimentos inseridos no orçamento base do CHE Belo Monte (Linha de Transmissão da Usina Principal, Linha de Transmissão da Usina Complementar; Porto Fluvial, uma Eclusa, Vila Residencial de Santo Antônio e Vila Residencial de Altamira, além de estradas e uma ponte), não foram considerados em seus aspectos ambientais (custos de externalidades).
- Falta de estudos e planejamento detalhados dos impactos sócio-ambientais. A possibilidade de alterações nos aquíferos ocasionando reflexos ecológicos e econômicos representa um desses tópicos a serem analisados com mais rigor.

É bem verdade que a carga de informações puramente ambientalistas lançadas a população geram muitas vezes, na opinião pública, um sentimento de oposição às obras de grande porte, colocando-as muitas vezes como vilãs. Entretanto, para o caso específico do setor energético, não se pode negar que a energia é necessidade fundamental da sociedade moderna, por isso há que se levar em conta que todos os empreendimentos deste tipo irão gerar impactos, em maior ou menor grau. Assim, o equacionamento final dessa questão deve levar em conta a associação de propósitos, o que pode ser facilitado quando a identificação, interpretação, avaliação e planejamento das questões são feitas em conjunto com as partes envolvidas (empreendedores, pesquisadores, administradores locais, organismos ambientalistas, etc).

Ressalta-se ainda que se pode vislumbrar um outro cenário energético alternativo, em que o investimento em fontes renováveis pode contribuir fortemente para o aumento da oferta energética do país. Além disso, outras análises podem ser feitas objetivando o aumento da oferta de energia

como: a redução de perdas no sistema elétrico brasileiro, repotencialização de usinas antigas e geração de energia em sistemas descentralizados através de PCH's – Pequenas Centrais Hidrelétricas.

De acordo com o acima exposto, sugere-se que sejam feitos levantamentos e estudos mais acurados sobre os diversos aspectos apontados neste trabalho da região de implantação, pois um problema ainda maior passa a existir e se agravar quando temos estudos incipientes, restritos ou com informações desencontradas, promovendo desgastes da opinião geral sobre o projeto.

Por fim, o diálogo e a reflexão a respeito dos objetivos e conseqüências do processo de escolha em conjunto com a sociedade representaria um novo marco na modificação do processo de geração e transmissão da eletricidade. Com isso estaria-se avançando nos debates a cerca de implantação e limitação de danos provocados por certos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, AZIZ NACIB, 1996. *A Amazônia : do discurso à práxis*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p.47.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2002a. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 1º ed.. Brasília: ANEEL, p. 199.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Resolução nº 505, de 26 de novembro de 2001*. Disponível em < http://www.aneel.pb.gov.br/pdf/res_505_20011126.pdf#search='defini%C3%A7%C3%A3o%20de%20valor%20normativo%20energia' > Acesso em 02 Novembro de 2003.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. *Plano nacional de recursos hídricos*. Disponível em < http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm > Acesso em 05 de outubro de 2003.

BERMANN, C, 2002. *Energia no Brasil: para quê? para quem? crise e alternativas para um país sustentável*. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 11-91.

BERMANN, C. *O Brasil não precisa de Belo Monte*. Disponível em < http://www.amazonia.org.br/opiniaio/artigo_detail.cfm?id=14806 > Acesso em : 02 de Outubro de 2003.

BORENSTEIN, R. C.; CAMARGO, B. C. C, 1997. *O setor elétrico no Brasil: dos desafios do passado às alternativas do futuro*. 1º ed., Porto Alegre: Editora Sagra Luzzatto, p.36.

BORGES, R. S.; BORGES W. L, 1992. *Manual de instalações prediais hidráulico-sanitárias e de gás*. 4º ed., São Paulo: Pini, p. 239-240.

CEBDS – CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Mercado de Carbono*. Disponível em < www.cebds.org.br/cebds/pub-docs/pub-mc-carbono.pdf > Acesso em 20 de dezembro 2004.

CICOGNA, A. M, 2003. Tese de Doutorado. *Sistema de Suporte a Decisão para o Planejamento e a Programação da Operação de Sistemas de Energia Elétrica*. Campinas, SP: UNICAMP, p. 93-184.

ELETRONORTE, 2002. *Complexo hidrelétrico de Belo Monte - Estudos de Viabilidade – Relatório Final*, Tomos I e II.

ELETRONORTE, 2002. *Complexo hidrelétrico de Belo Monte - Estudo de Impacto Ambiental*.

ELETRONORTE. *Complexo hidrelétrico de Belo Monte e sua inserção regional*. Disponível em < <http://www.amazonia.org.br/arquivos/26382.doc> > Acesso em : 05 de Agosto 2004.

ELETROBRÁS, 1994. *Modelo de simulação a usinas individualizadas – versão PCH*.

JUCÁ, R.; LYRA, F, 2004. *Benefícios fiscais e ambientais transferidos à região a partir da construção de uma usina hidrelétrica: um estudo de caso do aproveitamento hidrelétrico AHE de Riacho Seco*. IV Simpósio Brasileiro de Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas. Pernambuco.

JOHN, V. M.; AGOPYAN V. *Reciclagem de resíduos de construção*. Disponível em < <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/ftp/CETESB.pdf> > Acesso em 02 Fevereiro de 2004.

KOIFMAN, S, 2001. *Geração e transmissão de energia elétrica: impacto nos povos indígenas do Brasil*. Rio de Janeiro: Cad, Saúde Publica, Memo.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2003. *Políticas públicas para o desenvolvimento energético no Brasil*, Brasília: MME.

MOTTA, S. R, 1998. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, p.18.

MÜLLER, A. C, 1996. *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books, p. 45-53.

MAY, H. P.; LUSTOSA, C. M; VINHA, V., 2003. *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, p.38-297.

REYDON, B.P. et al. *Tratamento de esgoto e seu efeito no custo agregado do tratamento de água: uma abordagem quantitativa*. Disponível em < <http://www.eco.unicamp.br/nea/agua/artigos.html> > Acesso em 23 outubro de 2004.

SANTOS, O. A. L.; ANDRADE, M. M. L., 1990. *Hydroelectric dams on Brazil's Xingu River and indigenous peoples*. Cambridge: Cultural Survival, p. 2-12.

TRADENER COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA. Disponível em < http://www.tradener.com.br/vn_ie.php > Acesso em 12 Julho de 2004.

VAINER, B. C.; BERMANN, C. *Lições da crise energética*. Disponível em < http://alainet.org/active/show_text.php3?key=1516 > Acesso em: 25 Março 2004.

VERDUM, R., 2004. *Água: um direito humano. Orçamento e política sócio-ambiental*, Ano III, nº 9., INESC:, p.6.